

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938

THÈSE

N° _____

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

GEORGES DOREY

Né le 3 Juin 1910, à Beaune (Côte-d'Or)

**La Protection des Enfants en bas âge
contre les Gaz de Combat**

Président de Thèse : M. le Professeur L. TANON.

ECKER

GRAVEUR-IMPRIMEUR

75, Rue Sainte-Anne, PARIS

1938

ANNÉE 1938

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

GEORGES DOREY

Né le 3 Juin 1910, à Beaune (Côte-d'Or)

La Protection des Enfants en bas âge contre les Gaz de Combat

Président de Thèse : M. le Professeur L. TANON.

ECKER

GRAVEUR-IMPRIMEUR

75, Rue Sainte-Anne, PARIS

--
1938

Personnel enseignant de la Faculté de Médecine

Le Doyen : M. TIFFENEAU.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOWSKI.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale ..	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie ...	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie ...	CHIRAY.
	LÉPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance ..	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux ..	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	JEANNIN.
	LEVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie ..	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	M. VILLARET.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUBRY.
Clinique d'Assistance Médico-Sociale	X
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MILON.
	OLIVIER.
	VERNE.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

II. — AGREGÉS EN EXERCICE

MM.

Pathologie chirurgicale	AMELINE.
Pathologie médicale	BARIETY.
Pathologie médicale	BÉNARD Henri
Pathologie médicale	BERNARD Etienne.
Hydrologie	BESANÇON Justin.
Pathologie médicale	BOULIN.
Histologie	BULLIARD.
Pathologie médicale	CATHALA.
Pathologie médicale	CHEVALLIER.
Pathologie médicale	COSTE.
Physique	DOGNON.
Urologie	FEY.
Pathologie chirurgicale	FUNCK.
Parasitologie	GALLIARD.
Bactériologie	GASTINEL.
Pathologie chirurgicale	DE GAUDART D'ALLAINES
Physiologie	GAYET.
Pathologie médicale	DE GENNES.
Histologie	GIROUD.
Pathologie médicale	HAGUENAU.
Oto-rhino-laryngologie	HALPHEN.
Pharmacologie	HAZARD.
Anatomie Pathologique	HUGUENIN.
Hygiène	JOANNON.
Obstétrique	LACOMME.
Obstétrique	LANTUEJOUL.
Pathologie médicale	LAROCHE Gay.
Parasitologie	LAVIER.
Pathologie médicale	LELONG.
Pathologie expérimentale	LEMAIRE.
Pathologie chirurgicale	LEVEUF.
Pharmacologie	Melle J. LÉVY.
Neurologie et psychiatrie	LÉVY-VALENSI.
Pathologie chirurgicale	MENEGAUX.
Pathologie médicale	MOLLARET.
Pathologie médicale	MOREAU.
Pathologie chirurgicale	MOULONGUET.
Pathologie médicale	MOUQUIN.
Pathologie chirurgicale	PETIT-DUTAILLIS.
Médecine légale	PIÉDELIEVRE.
Obstétrique	PORTES.
Ophthalmologie	RENARD.
Physiologie	RICHET.
Chimie biologique	SANNIÉ.
Pathologie chirurgicale	SENÈQUE.
Pathologie expérimentale	TROISIER.
Pathologie médicale	TURPIN.
Obstétrique	VIGNES.
Pathologie chirurgicale	WILMOTH.

III. — AGREGÉS RAPPELES A L'EXERCICE POUR LE SERVICE DES EXAMENS

	MM.
Pathologie chirurgicale	ALGLAVE.
Pharmacologie	BUSQUET.
Physiologie	CHAILLEY-BERT.
Obstétrique	GUENIOT.
Pathologie chirurgicale	HEITZ-BOYER.
Pathologie chirurgicale	LARDENNOIS.
Obstétrique	LE LORIER.
Pathologie chirurgicale	SCHWARTZ.
Obstétrique	VAUDESCAL.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE		BASSET	
AUBERTIN. ..		BROCQ	
BRULÉ.		CADENAT	Clinique
CHABROL ...		GATELLIER ..	
DONZELOT ..	Clinique	MOURE	chirurgicale
DUVOIR	médicale	QUENU	
LIAN		VELTER	
PASTEUR-VAL-			
LERY-RADOT			
SÉZARY			

MM. ECALLE	}	Clinique obstétricale
METZGER		

V. — CHARGÉS DE COURS

	MM.
Education physique	CHAILLEY-BERT, agrégé.
Radiologie clinique	LEDoux-LEBARD.
Stomatologie	RUPPE.
Puériculture	WEILL-HALLÉ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA VIVANTE MÉMOIRE DE MON PÈRE

*Témoignage de gratitude e de véné-
ration.*

A MA MÈRE

Hommage de ma profonde tendresse

A MA FEMME

Très affectueusement.

A MON ONCLE A. ECKER

Témoignage de ma sincère reconnaissanc

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris

Membre de l'Académie de Médecine

Conseiller technique sanitaire au Ministère de la Santé Publique

Inspecteur Général des Services Techniques d'Hygiène

à la Préfecture de Police

Officier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire le grand
honneur d'accepter la présidence
de cette thèse.*

*Il nous a guidé dans ce travail avec
sa haute compétence et sa bienveil-
lante sollicitude; nous le prions de
trouver ici une bien faible preuve
de notre très profonde et très res-
pectueuse reconnaissance,*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

Stage

M. LE PROFESSEUR HARTMANN (1929)

M. LE PROFESSEUR ACHARD (1930)

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CADENAT (1930)

M. LE DOCTEUR HALBRON (1931)

M. LE DOCTEUR HALLÉ (1931)

Externat

M. LE DOCTEUR KUSS (1932)

M. LE DOCTEUR RICHARD (1933)

M. LE DOCTEUR SAINTON (1933)

M. LE PROF.^r AGRÉGÉ ETIENNE-BERNARD (1934)

M. LE DOCTEUR THIERY (1934)

Internat

Hôpital de Saint-Denis (Seine)

M. LE DOCTEUR BERCOVICI (1935)

M. LE DOCTEUR COMBES (1935)

M. LE DOCTEUR DE VADDER (1936)

M. LE DOCTEUR ARCHAMBAUD (1937)

« A un moment où la menace aérienne plane constamment au-dessus des nations, il est nécessaire d'envisager les moyens de rendre ses effets moins terribles et moins démoralisants. Quelque redoutables que doivent être ceux-ci, ils peuvent être atténués par une sage prévision et par une préparation méthodique des secours. »

Notre pays n'a pas l'intention de rompre les engagements qu'il a pris, mais il a l'obligation de se tenir prêt à répondre, le cas échéant, aux attaques que peuvent déclancher des nations moins scrupuleuses. »

Professeur L.TANON

Décembre 1934.

INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Le 22 avril 1915 marque une date dans l'histoire de la guerre. Ce jour-là, vers 5 heures du soir, la division française placée sur le front belge, entre Bixschotte et Langemark, aperçut tout à coup, un nuage épais de vapeurs lourdes, d'un vert jaunâtre qui, poussé par le vent, déferlait sur ses positions.

L'Allemagne inaugurait la guerre des gaz, malgré les engagements, pris en plein accord avec les autres nations européennes, de ne pas employer de projectiles ayant « pour but unique de répandre des gaz asphyxiants et délétères » (Conférence de La Haye du 29 juillet 1899).

Si les Allemands, le 22 avril 1915, ont utilisé cette arme de combat et n'ont cessé de la perfectionner ultérieurement, ils ne furent cependant pas les promoteurs d'une nouvelle méthode de guerre.

Il y a vingt-cinq siècles, au cours des guerres du Péloponèse, les Spartiates tentaient déjà de rendre intenables les murailles de Platée en brûlant des fascines plongées dans un mélange de poix et de soufre fondus.

Le général romain Sertorius (d'après Plutarque), Sextus, Junius Africanus, au III^e siècle de notre ère, et le prêtre Jean, au XI^e siècle, ont également employé des fumées toxiques.

On trouve aussi l'indication de l'emploi de substances asphyxiantes dans les chroniques des Historiens des Croisades et dans l'ouvrage sur la guerre de l'Arabe Hassan Abrammah (XIII^e Siècle).

Plusieurs alchimistes allemands et autrichiens des XV^e et

XVI^e siècles et Léonard de Vinci lui-même ont également envisagé de faire brûler des composés arsenicaux pour réduire les résistances ennemies.

Brechtel fait paraître en 1591, un « Traité d'Arquebuserie » où l'on trouve une recette d'engins fumigènes et d'obus toxiques.

Il y a trois siècles (en 1604) le célèbre médecin Fioraventi, de Bologne, décrit tout au long la préparation d'une huile fétide à base de térébenthine, de soufre et d'assa fœtida qui rend l'atmosphère intenable.

Un peu plus tard, en 1640, le chimiste Glauber invente des bombes incendiaires et fumigènes, à base d'acide nitrique et d'essence de térébenthine, qui furent utilisées contre les Turcs.

Voltaire raconte que Charles XII de Suède, en 1701 utilisa des rideaux de fumée, obtenus par la combustion de paille mouillée et imprégnée de corps gras ; ce qui lui permit de traverser sans encombre la Dvina.

Pendant la guerre de Trente Ans, les Impériaux firent également une grande consommation de bombes et de grenades incendiaires et toxiques.

Et en 1806, les Anglais utilisèrent à Boulogne, des fagots arrosés d'acide arsénieux.

Enfin en 1870, un pharmacien allemand eut l'idée de préparer des obus toxiques, avec de la vératrine, alcaloïde extrêmement actif et vénéneux. Mais ce procédé était inapplicable, comme d'ailleurs beaucoup d'autres du même genre, en raison du prix élevé et de la production limitée du poison.

On voit, dans ce court exposé historique que les gaz ou les fumées toxiques ont toujours été employés dans un but essentiellement militaire. Il n'en serait plus de même aujourd'hui.

Il est en effet impossible de concevoir dorénavant la guerre chimique sans l'aviation, clef de voûte de l'arsenal aéro-toxique.

Le rôle de l'aviation en cas de conflit semble actuellement bien défini. Il consisterait en attaques brusquées des grands centres urbains, afin de jeter la panique et la mort dans les populations civiles et de détruire, dans la mesure du possible, les organismes (usines, entrepôts, etc..) nécessaires à l'existence même de la nation et au renouvellement du matériel de combat. De même les grandes voies de communications, indispensables au ravitaillement des troupes combattantes ou des populations civiles, seraient particulièrement visées.

Or le développement constant de la production et de la technique aéronautique doit enlever toute illusion sur la sécurité que peut apporter la défense antiaérienne active.

Celle-ci sera en effet impuissante à protéger complètement des attaques aériennes les centres vitaux d'une nation.

Ainsi que l'a exprimé le général Duchêne :

« C'est un fait que, dans les guerres modernes, la bataille ne se livre pas seulement dans la zone où s'affrontent les armées. C'est le pays tout entier qui fait la guerre ; les villes de l'intérieur sont, comme celles de l'avant, en danger d'en subir les effets et se trouvent, par conséquent, placées dans la nécessité d'organiser leur défense. »

C'est précisément un chapitre de la Défense Passive que nous nous sommes proposés d'étudier tout particulièrement au cours de ce travail.

Etude chimique, physiologique et pathologique des gaz de combat

1° ETUDE CHIMIQUE

Empruntons à l' « Instruction Technique sur la protection des gaz de combat » (Publication du Ministère de la Guerre, 1917) cette définition : « Sont désignés sous le nom de gaz de combat les substances chimiques, autres que les explosifs, utilisées au combat et susceptibles d'effets nocifs sur l'organisme humain, que ces substances agissent à l'état de gaz, de gouttelettes ou même de particules solides. »

Nous voyons par cette définition même que le péril chimique peut être polymorphe et que les gaz de combat constituent « une arme scientifique par excellence » (C. Hederer et M. Istin).

Nous pensons donc qu'il est indispensable de bien connaître, non seulement leur composition chimique, mais surtout leurs effets physiologiques, car ceux-ci conditionnent les différents moyens étudiés pour la protection des individus.

Les caractères généraux des gaz de combat sont les suivants :

- Nocifs à faible dose,
- Stables en présence de l'humidité atmosphérique,
- Facilement transportables,
- De densité supérieure à celle de l'air.

Rappelons en outre que si le point d'ébullition d'un gaz est voisin de la température ordinaire, ce gaz est fugace ; que si le point d'ébullition est élevé par rapport à la température ordinaire, le gaz est persistant, car son évaporation est lente.

Pour classer les principaux gaz actuellement connus, nous ne pouvons mieux faire que reproduire une partie du tableau 1, de André Mayer (pages 6 à 9 « Les gaz de combat », Lavauzelle, Editeur).

GROUPE CHIMIQUE	DENOMINATION CHIMIQUE	DENOMI
Halogènes	Chlore	Bertholl
Dérivés de l'oxyde	Brome	
de carbone	Oxyde de carbone	Collong
	oxychlorure de carbone(phosgène)	Lacrymi
Acide cyanhydrique	Sulfochlorure de carbone(thiophosgène)	
et dérivés	Acide cyanhydrique	Vincenni
	CHLORURE de cyanogène	Mauguin
	Bromure de cyanogène	Campiell
Dérivé de la glycérine	Aldéhyde allylique(acroléine)	Papite
Dérivé du nitrométhane	Trichloronitrométhane(chloropicrine)	Klop.Aq
Dérivés de l'acide	Chlorhydrine sulfurique	
sulfurique	Sulfate de méthyle	D.Stoff
	CHLOROSulfonate de méthyle	Sulvin
	Chlorosulfonate d'éthyle	
Dérivés sulfures	Sulfure d'éthyle dichloté	Ypérite
	Méthylperchloromercaptan	Senfgas
		Clairsit
Dérivés arsénies	Methyldichlorarsine	
aliphatiques	Ethyldichlorarsine	Dick
	Chlorovinylldichlorarsine	
	Dichlorovinylchlorarsine	Lewisite
	Trichlorovinylarsine	
Dérivés de toluène	Chlorure de benzyle	Cyclite
et du xylène	Bromure de benzyle	Fraissin
	Iodure de benzyle	Camite
	Bromocyanure de benzyle	K Stoff
	Phénylminophosgène	C N Sto
	Chloracétophénone	
	Bromure de xyle	
Dérivés arséniés	Dichlorure de phénylarsine	
aromatiques	Chlorure de diphenylarsine	Sternite
	Cyanure de diphenylarsine	bleue
	Diphénylaminochlorarsine	Sternite
Dérivés hétérocycliques		Adamsite
	N. éthylcarbazol	
Dérivés de l'acide	Chloroformiate de méthyle	
formique	Chloroformiate de méthyle monochloré	Palite
	Chloroformiate de méthyle dichloré	
	Chloroformiate de méthyle trichloré	Surpal
	Cyanocarbonate d'éthyle	
Dérivés de l'acide	Bromacétate de méthyle	
acétique	Bromacétate d'éthyle	
	Iodacétate d'éthyle	
Dérivés de l'oxyde	Oxyde de dichlorométhyle	
de méthyle	Oxyde de dibromométhyle	
Dérivés de l'acétone	Chloracétone	Tonite
	Bromacétone	B.Stof
	Iodacétone	
	Bromoéthylméthylcétone	Bn Sto

NOMINATION DE GUERRE	FORMULE CHIMIQUE	ETAT PHYSIQUE
ite	Cl^2	G
	Br^2	L
	CO	G
ite C.G.Storff	CO Cl^2	G
te	C S Cl	L
ite	H C N	L
ite	Cl C N	L
ite	Br C N	S
	CH^2 CH CHO	L
inite	$\text{C Cl}^3 \text{ N O}^2$	L
	$\text{Cl S O}^4 (\text{C H}^3)^2$	L
Rationite	$\text{Cl S O}^2 \text{ O CH}^3$	L
te	$\text{Cl SO}^2 \text{ OC}^2 \text{ H}^5$	L
Mustard Gas	$\text{S} \begin{cases} \text{CH}^2 \text{ CH}^2 \text{ Cl} \\ \text{CH}^2 \text{ CH}^2 \text{ Cl} \end{cases}$	L
Lost. Gelbkreuz	$\text{C Cl}^3 \text{ S Cl}$	L
	$\text{CH}^3 \text{ As Cl}^2$	L
	$\text{C}^2 \text{ H}^5 \text{ As Cl}^2$	L
	$(\text{Cl CH} : \text{CH}) \text{ As Cl}^2$	L
	$(\text{Cl CH} : \text{CH}) \text{ 2 As Cl}$	L
	$(\text{Cl CH} ; \text{CH}) \text{ 3 As}$	S
Camite	$\text{Cl CH}^2 \text{ C}^6 \text{ H}^5$	L
te	$\text{Br CH}^2 \text{ C}^6 \text{ H}^5$	L
	$\text{I CH}^2 \text{ C}^6 \text{ H}^5$	S
	$\text{Br CN CH C}^6 \text{ H}^5$	S
	$\text{C}^6 \text{ H}^5 \text{ N C Cl}^2$	S
ff	$\text{Cl CH}^2 \text{ CQ C}^6 \text{ H}^5$	L
	$\text{Br CH}^2 \text{ C}^6 \text{ H}^4 \text{ CH}^3$	L
	$\text{C}^6 \text{ H}^5 \text{ As Cl}^2$	L
e.Clark.1;Croix	$(\text{C}^6 \text{ H}^5) \text{ 2 As Cl}$	S
e.Clark.2	$(\text{C}^6 \text{ H}^5) \text{ 2 As Cy}$	S
	$\text{H N (C}^6 \text{ H}^4) \text{ 2 As Cl}^2$	S
	$(\text{C}^6 \text{ H}^4) \text{ 2 N.C}^2 \text{ H}^5$	S
Koe Stoff	Cl CO O CH^3	L
	$\text{Cl CO O CH}^2 \text{ Cl}$	L
	Cl CO O CH Cl^2	L
ite.Perstoff	Cl CO O CCl^3	L
	$\text{Cn CO O C}^2 \text{ H}^5$	L
	$\text{BrCH}^2 \text{ CO O CH}^3$	L
	$\text{BrCH}^2 \text{ CO O C}^2 \text{ H}^5$	L
	$\text{ICH}^2 \text{ CO O C}^2 \text{ H}^5$	L
	$(\text{CH}^2 \text{ Cl}) \text{ 2 O}$	
	$(\text{CH}^2 \text{ Br}) \text{ 2 O}$	
f. Blotite	$\text{ClCH}^2 \text{ CO CH}^3$	L
	$\text{BrCH}^2 \text{ CO CH}^3$	L
	$\text{ICH}^2 \text{ CO CH}^3$	L
ff Martonite	$(\text{Br CH}^2 \text{ CO C}^2 \text{ H}^5)$	L
	$(\text{Br CH}^2 \text{ CH}^2 \text{ COCH}^3)$	L

2° ETUDE PHYSIOLOGIQUE ET PATHOLOGIQUE

Les gaz de combat, dont nous avons vu ci-dessus la classification chimique, sont répartis, suivant leur action agressive principale, en quatre groupes.

1°) LES GAZ IRRITANTS, qui se subdivisent en deux catégories :

A) *Lacrymogènes* : (type bromure de benzyle) bromacétone, bromacétate et iodacétate d'éthyle, bromure de xyle, le chlorure de phénylcarbylamine, chloracétophénone, cyanure de bromobenzyle, acroléine.

B) *Sternutatoires* : (type chlorure de diphénylarsine) éthyldichlorarsine, méthyldichlorarsine, cyanure de diphénylarsine, diphénylaminochlorarsine.

2°) LES GAZ SUFFOCANTS, dont le type est le phosgène (oxychlorure de carbone) comprennent le chlore, le brome, la chloropicrine, les chloroformiates de méthyle chlorés, les éthers méthyliques dichloré et dibromé.

3°) LES GAZ VÉSICANTS : l'ypérite (sulfure d'éthyle dichloré) et la lewisite (chlorovinylarsine).

4°) LES GAZ TOXIQUES GÉNÉRAUX : oxyde de carbone, acide cyanhydrique, chlorure et bromure de cyanogène.

Nous allons étudier maintenant les principales lésions résultant de l'action sur l'organisme de ces quatre catégories de gaz de combat :

1°) *Effets pathologiques des Irritants* :

Ils sont caractérisés par des phénomènes douloureux et réflexes qui agissent sur les nerfs de la conjonctive et des voies respiratoires supérieures.

L'action des lacrymogènes se traduit rapidement par une sensation de picotement, puis de brûlure, entraînant le clignement des paupières (réflexe moteur), puis l'apparition des larmes (réflexe sécrétoire). Mais ces réactions ne durent pas et ne laissent pas de lésions anatomiques de l'appareil oculaire.

Les sternutatoires provoquent également une sensation de brûlure, au niveau du pharynx et de la trachée, suivie d'éternuements et de toux (réflexe moteur) et d'écoulement nasal et salivaire (réflexe sécrétoire). Si l'effet persiste, le gazé accuse bientôt une douleur vive au niveau des sinus frontaux ; la salive s'épaissit et la toux, d'abord déchirante, devient émétisante. Mais ces symptômes regressent, dès que l'intoxiqué met son masque ou sort de la zone contaminée. En plus de leur action sternutatoire, les gaz de ce groupe provoquent souvent un érythème des régions découvertes et, si leur concentration est forte, des troubles intestinaux et parfois une congestion pulmonaire.

2°) *Effets pathologiques des Suffocants :*

Ce sont des gaz hypertoxiques qui brutalisent les parois alvéolaires et dont l'action est purement interne.

Nous passerons rapidement sur la forme foudroyante, d'ailleurs rare, car il faut un contact immédiat et brutal avec les émanations d'un obus à phosgène ou à chlore. En quelques secondes, mort par syncope (par réflexe inhibiteur venu des voies respiratoires) ou par œdème suraigu du poumon. Le poumon est brûlé par la composition $\text{Cl} + \text{H}^2\text{O}$ ou par la décomposition du phosgène : $\text{COCl}^2 + \text{H}^2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{CO}^2$.

La forme grave, bien plus fréquente, se rencontre dans les cas de forte concentration gazeuse ou lorsque les appareils

de protection ont été appliqués trop tardivement. On note au début du larmolement, des picotements de la gorge, une asthénie légère avec tendance au sommeil. Bientôt les signes fonctionnels s'accroissent : sensation de constriction aux amygdales, impression d'arrêt respiratoire et douleurs aux insertions du diaphragme. Le gazé blémit, s'accroche aux objets environnants, titube et tombe. Puis, sensation de constriction thoracique et apparition d'une toux spasmodique, avec quintes déchirantes, nausées et vomissements. Au bout de 15 à 20 minutes, la toux se calme, le malade se sent mieux, respire plus facilement : c'est la phase de rémission pouvant durer 24 ou 48 heures.

L'évolution de l'intoxication est ensuite des plus variable : tantôt le cœur se surmène, l'acidose s'installe et la fatigue va créer un déséquilibre entre les besoins et les possibilités de l'hématose, d'où, bien souvent, mort par œdème pulmonaire aigu ;

tantôt l'évolution paraît favorable, mais la convalescence sera longue, en raison de la persistance des signes cardiaques : (arythmie, bradycardie, hypotension), et des signes digestifs : nausées, vomissements, constipation, anorexie absolue même pour les aliments liquides, d'où asthénie souvent profonde. En outre, les complications cardiaques, pulmonaires ou digestives ne sont pas rares et souvent mortelles.

3°) *Effets pathologiques des Vésicants :*

Ce sont des produits attaquant la peau et les yeux, mais pouvant également pénétrer dans les voies aériennes.

Qu'il s'agisse d'ypérite ou d'arsines vésicantes, la symptomatologie est sensiblement la même. Au début : picotements, larmolement avec photophobie et blépharospasme, puis œdè-

me palpébral. En même temps apparition d'un coryza aigu, de rubéfaction cutanée et de signes digestifs et généraux : nausées, céphalée en casque, fatigue progressive.

A la phase d'état, en même temps que l'asthénie augmente, apparaissent des vomissements et de la fièvre. Le pouls devient rapide, la tension artérielle s'élève.

Les lésions oculaires sont alors à leur maximum : la conjonctive est rouge, la cornée semble opaque ; au larmolement succède un écoulement séreux ; l'œdème palpébral persiste. Tous ces signes disparaissent en trois semaines environ, mais la conjonctive reste longtemps sensible aux irritants.

Les lésions cutanées surviennent généralement de 4 à 12 heures après contact avec le gaz : apparition d'érythème et d'œdème cellulaire avec prurit et sensation de cuisson. La desquamation se fait en dix jours environ ; mais si l'action du gaz a été prolongée, il se forme 24 à 48 heures après, de véritables phlyctènes, circonscrivant l'érythème primitif. Elles contiennent un liquide jaune clair qui demeure limpide si la vésicule n'est pas infectée. Le quatrième jour, ce liquide se résorbe et quinze jours après l'épithélium tombe, ne laissant pas de cicatrice. Mais le plus souvent la phlyctène se rompt et s'infecte. Cette plaie purulente se cicatrise ensuite lentement avec atrophie du derme et alopécie.

Les lésions respiratoires surviennent trois ou quatre heures après l'intoxication.

Elles sont en général peu graves : sensation de brûlure au niveau des voies respiratoires supérieures et apparition d'enrouement. Cependant, si la concentration du toxique est suffisamment forte, des complications importantes peuvent survenir : congestion pulmonaire ou abcès du poumon évoluant vers la gangrène.

4°) *Effets pathologiques des Toxiques généraux.*

Ces gaz sont peu employés, car leur action est très limitée. Ils s'opposent aux autres toxiques par la mort toujours immédiate, sans souffrances, et l'absence de séquelles, si guérison.

L'acide cyanhydrique agit sur les tissus qui perdent leur aptitude à fixer l'oxygène. La forme foudroyante tue l'homme en deux minutes.

L'oxyde de carbone a une action plus perfide, car il est incolore. Quand sa concentration dépasse un pour mille, l'asphyxie est instantanée. Dans les autres cas, les différents symptômes : céphalée, vertiges, agitation, amnésie disparaissent rapidement.

Il était intéressant d'étudier les effets pathologiques de ces toxiques, car nous verrons que le triage des différentes catégories de gazés est à la base de l'organisation des abris sanitaires.

La protection collective des enfants en bas âge

La protection des populations civiles contre le danger des gaz de combat a fait l'objet de rapports et de projets très nombreux.

Des exercices d'alerte et de secours ont été effectués pour étudier le fonctionnement des organismes chargés de la défense passive et pour habituer les populations à observer les mesures prescrites pour leur sauvegarde.

Les principes généraux de protection sont donc bien définis ; et dans tous les pays on s'emploie à réaliser un maximum de sécurité contre le péril aéro-chimique.

Pour les adultes, le problème est nettement posé et comporte deux solutions : la protection individuelle par le masque et la protection collective dans les abris.

Pour les enfants ayant dépassé l'âge de cinq ou six ans, on considère le port du masque comme parfaitement possible, surtout si l'enfant a suivi un entraînement progressif en famille ou à l'école.

Mais le problème est plus compliqué pour l'enfant en bas âge (de la naissance à cinq ans).

Déjà l'adulte, pour conserver son masque pendant quelques minutes, est obligé de se plier à certaines règles : rester calme, parler le moins possible à voix haute, éviter les mouvements violents et ne pas courir. Un effort anormal produit en effet une sensation d'étouffement qui peut amener le sujet à se

débarrasser de son appareil. L'immobilité et le repos font d'ailleurs rapidement disparaître cette gêne momentanée.

On conçoit l'impossibilité de plier le très jeune enfant à une telle discipline. En outre la peur ou la gêne respiratoire provoquées par le masque, ne feraient qu'accentuer son angoisse et par conséquent ses pleurs et ses cris. Ceux-ci, entraînant une augmentation volumétrique de l'air inspiré et de l'air expiré, condamneraient l'enfant à étouffer sous l'appareil.

Devant cette impossibilité d'utiliser les masques, la protection des jeunes enfants a été basée sur les principes de la protection collective : c'est pourquoi nous étudierons d'abord la question des abris.

Ajoutons cependant que l'idée de créer un appareil individuel de protection, n'a pas été abandonnée. De là est né le sac-berceau dont nous parlerons ensuite.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ABRIS

L'annexe 4 de la notice sur la défense passive contre les attaques aériennes, du 25 mars 1931, précise ainsi la classification des locaux pouvant servir d'abris :

« Les abris seront organisés en vue de la protection contre les diverses formes du danger aérien : explosif, toxique, incendiaire. Seuls doivent être classés comme abris, les locaux qui, dans leur état actuel ou après des travaux peu importants, pourraient protéger leurs occupants :

a) contre une bombe de moyen calibre (100 kgs minimum) ;

b) contre une atmosphère toxique pendant 3 heures au minimum.

Les locaux présentant des garanties moindres ne devront

pas être rejetés d'une façon absolue, mais classés comme « abris provisoires », leur utilisation devra être prévue en attendant que d'autres solutions (abris nouveaux, tranchées) aient pu intervenir ».

D'après Bruère et Lerich, il y a lieu d'ajouter à cette classification « les locaux dont l'aménagement permettra de donner les soins sanitaires au premier degré d'urgence (postes de secours et abris sanitaires proprement dits), ainsi que toutes prévisions pour les soins au second degré (super-abri sanitaire) de ressort du service hospitalier. »

L'abri permettant de protéger ses occupants « contre une atmosphère toxique pendant trois heures au minimum » sera donc un milieu aussi clos que possible qui permettra d'assurer avant tout l'acte respiratoire et de réduire au minimum la contamination des aliments, des vêtements et des objets. Pour réaliser ces conditions, deux méthodes sont actuellement utilisées.

- 1°) la respiration en circuit fermé (milieu clos);
- 2°) le renouvellement de l'air en circuit ouvert par aspiration et filtration.

Aussi, avant d'aborder l'aménagement pratique des principaux types d'abris, nous croyons utile d'étudier successivement :

Le milieu clos,

Le milieu surpressé,

Le milieu surpressé avec emploi d'air comprimé.

LE MILIEU CLOS

Le milieu clos exige des sources d'oxygène, l'absorption du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, la nécessité de maintenir intact le volant initial d'azote.

Sources d'oxygène : Les plus pratiques sont les tubes d'acier pouvant en renfermer jusqu'à sept mètres cubes sous pression ; la détente a lieu par le moyen de mano-détendeurs permettant toutes les gammes de pression. Ils ont en outre l'avantage, si l'on connaît la pression du gaz et le poids du système, de permettre le contrôle du volume restant et ils offrent la possibilité d'établir des postes de remplissage pour tubes de petites dimensions.

Une source d'oxygène également intéressante est fournie par les peroxydes alcalins qui, au contact de l'eau dégagent de l'oxygène, et de l'alcali caustique utilisé pour l'absorption du gaz carbonique.

Les plus usuels sont :

L'oxylithe S : Bi-oxyde de sodium

L'oxylithe P.P.S. : Pentoxyde de potassium et de sodium.

C'est à ce dernier que l'on doit accorder la préférence car il libère directement l'oxygène, sans interposition de catalyseur et à un taux plus élevé que l'oxylithe (20 litres au lieu de 15 pour 100 grammes).

Absorption des produits de la respiration : Brown-Sequard et d'Arsonval ont prétendu que l'air confiné renfermait des toxines provenant de la respiration et de l'évaporation des sécrétions normales et pathologiques de la peau et des muqueuses. Ce principe d'une toxine respiratoire a été définitivement abandonné.

L'expérience a montré que pratiquement l'eau et les produits excrémentitiels de la respiration sont éliminés lorsque l'air vicié est soumis à des passages successifs sur de la soude caustique. Et l'on admet qu'il faut prévoir par heure et par

homme un poids de soude caustique de 0 kg 140. Ce chiffre résulte des expériences faites par la marine, en milieu confiné pour établir les conditions de la vie dans les sous-marins en plongée.

Le milieu clos impose encore la nécessité de maintenir la composition de l'air à son taux normal.

Or, des pertes peuvent se produire, si par exemple, des fissures apparaissent dans le local; par conséquent le volant initial d'azote ne peut que diminuer. On sera donc amené à employer une surpression d'oxygène, qui, au bout d'un temps plus ou moins long tendra vers la suroxygénation, avec tous ses dangers (congestion pulmonaire et œdème alvéolaire). Toutefois ces accidents ne deviennent graves et mortels que si le taux de l'oxygène dépasse 50 %.

Pour toutes ces raisons et surtout du fait que l'entrée en est condamnée dès que la fermeture hermétique a été réalisée, le milieu clos ne peut être utilisé que dans des circonstances exceptionnelles où quand le port du masque est impossible : salles d'opérations, par exemple.

LE MILIEU SURPRESSÉ

La réalisation du milieu surpressé est basée sur le principe suivant : dans un local dont l'étanchéité n'est pas absolue, établir un appel d'air, de telle façon que la pression de l'air dans le local, soit positive par rapport à celle du milieu extérieur.

Pratiquement, deux solutions ont été envisagées :

1°) La captation d'air à grande distance, préconisée par le Docteur G. Rosenthal. Cette solution n'a pas été retenue, car elle est subordonnée au fonctionnement de machines dont l'arrêt pourrait avoir de graves conséquences.

2°) La captation d'air indépendante, utilisée actuellement consiste à prélever l'air à l'aide de tuyaux, soit en hauteur (20 mètres environ au-dessus de la nappe toxique), soit au niveau du local, mais après passage dans un système épurateur.

Les appareils utilisés fonctionnent sur le courant électrique, mais, en cas de panne de secteur, ils peuvent être actionnés par des dispositifs de secours.

Ces appareils sont composés d'un moteur et d'un « ensemble filtrant » formé d'un ventilateur, d'un filtre efficace contre les gaz actuellement connus et d'un préfiltre protégeant le filtre contre les grosses poussières. Ils ont été classés en deux catégories A et B, suivant leur débit nominal (inférieur ou supérieur à 100 mètres-cubes-heure) et suivant la possibilité de maintenir le débit en cas de carence de l'énergie électrique, soit par des moyens mécaniques de secours (manivelles, pédaliers, leviers) soit par des groupes électrogènes ou des moteurs à combustion interne.

Les préfiltres sont en général formés de matières poreuses (coke ou ponce) et d'un système de lames placées en chicane et recouvertes d'un liquide visqueux. Faciles à nettoyer et à recharger; ils empêchent un colmatage trop rapide des filtres proprement dits.

Ceux-ci sont basés sur le principe des cartouches de masques filtrants : charbon activé pour retenir les vapeurs et les gaz et dispositifs contre arsines pulvérulentes (papiers d'alfa, bourres ou feutrages diversement imprégnés ou colmatés par des résinates).

LE MILIEU SURPRESSÉ AVEC EMPLOI D'AIR COMPRIMÉ

L'emploi de l'air comprimé en circuit ouvert a été étudié par MM. C. Cot et J. Demesse. Ils déclarent « qu'il suffit d'établir un circuit ouvert d'un débit ralenti mais suffisant, pour fournir une quantité d'environ 300 à 500 litres d'air par personne, capable de maintenir la concentration d'oxygène à un taux très acceptable ».

D'après ces auteurs le principal avantage de cette méthode, serait de remédier en temps de guerre, aux difficultés d'approvisionnement en oxygène ; car les bouteilles à air comprimé pourraient être remplies sur place à l'aide de compresseurs. Ce procédé supprime en outre l'emploi de matières filtrantes dont le remplacement, en période d'hostilités, serait certainement très onéreux.

Les auteurs signalent encore que l'air comprimé peut être utilisé en milieu clos, à condition de faire absorber le gaz carbonique expiré, par de la chaux sodée.

Nous dirons enfin quelques mots de la filtration d'air par le sol. Ce nouveau procédé, préconisé par M. le Professeur Tanon, a donné des résultats concluants. L'air puisé directement dans le sol au-dessus d'une excavation profonde de quelques mètres peut donner un appoint important pour la ventilation des abris. La ventilation d'une cave-abri dans les sous-sols de la Faculté de Médecine de Paris a été réalisée d'après cette méthode, et des analyses de l'air ainsi puisé ont montré que sa composition répondait aux exigences normales de la respiration, c'est-à-dire :

a) proportions en volume d'oxygène et d'azote très voisines de 21 et 79 pour cent ;

b) traces indosables d'oxyde de carbone avec proportion de gaz carbonique inférieure à 0,5 pour cent;

c) variations faibles de la coloration jaune de (ph : 6) par l'indicateur spectral (Bruère) pour contrôle de la réaction vraie du milieu.

d) absence de bases ammoniacales ou aminées dans le liquide neutre (eau distillée stérilisée ajustée au ph : 7) après barbotage d'une heure de l'air distribué dans l'abri et prélevé dans le sol.

e) absence de virage des papiers réactifs, préalablement humectés utilisés pour détecter les halogènes (type chlore) l'acide cyanhydrique, l'hydrogène sulfuré et parallèlement l'oxyde de carbone (décelable seulement par la méthode spectroscopique du sang).

De cet exposé il résulte que les conditions les plus favorables à la protection collective sont réalisées par le milieu surpressé en circuit ouvert, que ce soit par appel d'air ou par détente d'air comprimé. Le milieu clos, par le fait qu'il interdit toute entrée lorsque sa fermeture a été réalisée, constitue une forme égoïste de protection.

D'ailleurs nous allons voir que les réalisations pratiques des principaux types d'abris sont basées sur le principe du milieu surpressé.

Les abris ordinaires

Nous avons reproduit plus haut l'annexe 4 de l'instruction pratique sur la défense passive contre les attaques aériennes (du 25 mars 1931) qui établit la classification des locaux sur les garanties qu'ils doivent présenter pour être utilisés comme abris.

Nous ne développerons pas cette question qui sortirait du cadre de notre étude, mais nous nous attacherons à mettre en évidence les problèmes d'hygiène posés par les conditions d'aménagement des abris.

Les données précédentes concernant l'acte respiratoire en milieu clos et surtout en milieu avec ventilation forcée et surpression nous permettent d'envisager les conditions d'aménagement des abris destinés à la protection simple. Nous entendons par cette expression : protection simple, la protection de collectivités en dehors de toute nécessité de travail, ce qui est le cas des enfants en bas-âge accompagnés ou non de leurs parents.

Nous étudierons d'abord l'aménagement général d'un abri où nous supposerons réalisée la ventilation forcée.

La question de l'entrée et de la sortie est primordiale : entrée et sortie doivent être distinctes et aussi éloignées que possible l'une de l'autre.

Les issues destinées à rester en service seront équipées d'un sas, constitué par un couloir fermé à ses deux extrémités par un rideau, ceci afin d'éviter l'afflux massif de l'air

extérieur en cas d'allées et venues des occupants de l'abri. On utilise à cet effet des stores ou des toiles souples, imperméables, ignifugés et imputrescibles. Le bas des rideaux est lesté de façon à rester adhérent au sol malgré l'action de la surpression. Enfin n'oublions pas qu'il faut placer dans l'abri des outils tels que pelles ou pioches, des cordes, des arrosoirs ou pulvérisateurs pour humecter les rideaux des sas si l'on ne dispose que de rideaux de fortune (couvertures humides, par exemple).

Chaque famille occupante devra apporter des bancs ou des chaises, des couvertures, une lampe électrique, et en outre de l'eau et des vivres placés dans des récipients étanches.

Nous avons pensé qu'il serait pénible pour les mères de garder les jeunes enfants sur leurs genoux. Nous croyons donc qu'il serait utile de faire installer des bat-flanc sur lesquels on pourrait placer des matelas ou des berceaux.

La question du chauffage n'a pas été envisagée pour ce type d'abri. On pense généralement que des vêtements chauds et des couvertures seraient suffisants. Pour l'éclairage, les lampes électriques, dites de poches, sont tout particulièrement indiquées, car les foyers à combustion directe (bois, charbon, gaz) ou les moyens primitifs d'éclairage (bougies, lampes à essence ou pétrole) consomment beaucoup d'oxygène et rejettent du gaz carbonique.

En cas de séjour prolongé, il faudrait également étudier la préparation des aliments de façon à éviter la cuisson par le charbon ou le gaz et la pollution de l'atmosphère par les odeurs et les fumées. Pour supprimer ces inconvénients, on aura intérêt à employer des marmites portatives du type auto-thermos dans lesquelles on peut maintenir une température de cuisson pendant plusieurs heures, après chauffage initial au début de l'alerte (Bruère et Lerich).

Grands abris publics et îlots de défense passive

Des dispositions spéciales ont été prises pour les enfants, les vieillards et les malades qui ne peuvent supporter le masque. C'est ainsi que dans les grandes villes des abris spéciaux existent déjà ou sont en construction. A Paris, trois refuges de ce genre sont actuellement achevés (Métro : Place des Fêtes et Maison Blanche). Ils offrent une contenance de 150 à 200 personnes et sont aménagés avec filtration d'air et surpression, c'est-à-dire qu'ils constituent eux aussi un milieu clos dans lequel l'air extérieur ne peut pénétrer.

Mais, le Secrétariat Général Permanent de la Défense Passive ne s'est pas seulement préoccupé d'aménager des locaux de secours. Tout un classement, toute une organisation méthodique ont été conçus de façon que chacun sache à l'avance l'attitude qu'il devra tenir au moment du danger.

Et pour faciliter et diffuser cette instruction, le Secrétariat Général a fait publier une brochure intitulée : « Ce que le Public doit savoir en matière de défense passive ». Nous apprenons ainsi que la ville de Paris a été divisée en 4961 îlots de Défense Passive ; les cartes d'îlots sont déposées dans tous les commissariats et affichées dans les mairies à la disposition des habitants.

A la tête de chaque îlot, un chef d'îlot est prévu. Il est recruté parmi les volontaires ou les requis civils. Il reçoit au Secrétariat Général une instruction spéciale qui lui permettra, le moment venu, de donner à chacun des conseils utiles, d'as-

surer dans les meilleures conditions, par des procédés simples, la protection et la défense la plus parfaite qui soit possible et, le cas échéant, l'intervention rapide des services de secours. En outre le chef d'îlot doit rester en rapport avec les chefs d'abris de son ressort et ceux-ci doivent toujours se conformer à ses instructions.

Abris sanitaires

Nous ne pouvons passer sous silence la question des abris sanitaires étant donné que les chefs de postes de secours ont reçu des instructions pour admettre, autant que cela leur sera possible, les enfants, les vieillards et les malades qui viendraient leur demander refuge.

Les abris sanitaires sont de deux types : permanent ou improvisé. Dans les deux types, certains aménagements pratiques indispensables sont identiques. Nous les énumérerons suivant la classification de Bruère et Lerich.

Ce sont :

1°) Des facilités d'accès pour voitures de secours et brancardiers.

2°) Des possibilités de triage, déshabillage, lavage, désinfection toxiques des effets, du linge et des individus.

3°) Des aménagements pour soins à donner aux accidentés de toute nature : blessés, brûlés et gazés.

4°) Des moyens de chauffage, d'éclairage, des ressources en eau, et des possibilités d'évacuation.

5°) Des ouvertures faciles à obturer pour permettre de réaliser la ventilation forcée, et si possible la « surpression » sans perte de charge excessive.

Nous n'entrerons pas dans les détails d'organisation des abris sanitaires.

Notons seulement qu'il faut prévoir des locaux distincts

d'hospitalisation et des services de désinfection pour les suffoqués et les vésiqués. Les premiers sont en effet des malades à lésions pulmonaires prédominantes et les seconds des brûlés, en même temps que des contagieux, comme nous l'avons vu plus haut, au cours de l'étude des effets pathologiques des gaz de combat.

La protection individuelle des enfants en bas âge

Des prototypes d'appareils individuels de protection pour les enfants en bas âge ont été réalisés sur l'instigation du Ministère de la guerre.

Comme nous l'avons signalé, les enfants jusqu'à l'âge de cinq ou six ans, supportent difficilement le masque.

Aussi le Ministre de la Guerre vient-il d'organiser un concours entre les industriels spécialisés pour déterminer le modèle-type qui recevra son agrément et dont la fabrication sera poursuivie sur une grande échelle. Ces sacs-berceaux constituent un milieu isolant et placent, par conséquent, les enfants d'une manière absolue, à l'abri des gaz. Ils réalisent, comme l'a justement défini le médecin-colonel Cot « une sorte d'abri en miniature, d'abri portatif ».

Ce sont ces appareils que nous nous proposons d'étudier, mais avant d'aborder le chapitre consacré à leurs caractéristiques et aux principes de leur fonctionnement, nous croyons indispensable d'examiner les considérations scientifiques, d'ordre physiologique, qui ont été à la base de leur construction.

Pour cette étude physiologique, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire des tables établies par Walter, qui a étudié cette question tout spécialement.

Etude physiologique

On tiendra compte d'abord d'un maximum d'âge, à partir duquel on peut admettre que les enfants peuvent porter un masque analogue à ceux existants, mais naturellement de dimensions réduites : les différents auteurs qui se sont occupés du problème de la protection individuelle de l'enfance ont choisi, en général, l'âge de six ans.

Donc, pour les enfants, de la naissance à six ans, on a été amené à déterminer les variations de taille et de poids, le nombre de respirations, le volume d'air inspiré, la quantité de gaz carbonique et de vapeur d'eau expirée par minute.

Ces données sont en effet indispensables, car ce sont elles qui conditionnent les caractéristiques des appareils de protection. Toutefois, ces caractéristiques ont été fixées très largement, car, étant établies sur des constantes physiologiques, celles-ci sont appelées à être fréquemment modifiées sous l'influence de certains facteurs, biologiques et pathologiques, entre autres.

Les résultats que nous reproduisons ci-dessous sont donc des moyennes, car il est évident que les appareils doivent être basés plus sur des ordres de grandeur, que sur des chiffres exacts et précis.

De l'examen de ce tableau, on doit admettre que :

La taille d'un nouveau-né est d'environ 50 centimètres.

La taille d'un enfant de six ans est d'environ 1 m. 08.

Le rythme respiratoire à la naissance est de l'ordre de 55 à la minute, tandis qu'à l'âge de 6 ans il est seulement de 25.

Le volume inspiré par un sujet à la naissance est d'environ 1 litre 4, et 4 litres environ à 6 ans.

La quantité de vapeur d'eau expirée est d'environ 0 gr 88 et atteint 4 gr 5 environ, à 6 ans, par heure.

Le gaz carbonique expiré est à la naissance de 0 litre 033 pour atteindre 0 litre 096, à 6 ans par minute.

Tous ces chiffres, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau devront être considérablement augmentés pendant la digestion et en cas de cris ou de pleurs, à l'exception, naturellement, de la taille et du poids.

AGE	TAILLE en METRES	POIDS en KILOGS	Nombre de r ations par	
			Calme	
			J.	D.
1er Jour	0 M 50	3 K 250	55	71
2 "	0 M 50	3 K 265	55	71
3 "	0 M 50	3 K 280	55	71
4 "	0 M 50	3 K 295	55	71
5 "	0 M 50	3 K 310	55	71
6 "	0 M 50	3 K 325	55	71
7 "	0 M 51	3 K 340	55	71
8 "	0 M 5 1	3 K 355	55	71
9 "	0 M 51	3 K 370	55	71
10 "	0 M 52	3 K 385	55	71
1 MOIS	0 M 54	3 K 750	54	70
2 "	0 M 57	4 K 500	54	70
3 "	0 M 60	5 K 250	53	69
4 "	0 M 62	5 K 950	53	69
5 "	0 M 63	6 K 950	52	68
6 "	0 M 64	7 K 100	51	66
1 AN	0 M 70	9 K 250	49	63
2 "	0 M 80	11 K 500	41	53
3 "	0 M 89	12 K 600	38	49
4 "	0 M 97	13 K 800	32	41
5 "	1 M 03	15 K 450	26	34
6 "	1 M 08	16 K 950	25	32
6				

J = 6

respi- minutes		Inspirations (en litres par minutes)								O
		Calme		Profond		Cris		J.		
J.	D.	J.	D.	J.	D.	J.	D.		J.	
33	43	1,4	1,8	1,7	2,2	2,5	3, 25	0 lit.		
33	43	2,1	2,7	3,--	3,9	3,78	4,90	0 , 23		
33	43	1,6	2,--	2,5	3,2	2,88	3,70	0 , 23		
33	43	1,9	2,47	2,2	2,8	3,42	4,40	0 , 23		
33	43	1,7	2,2	2,3	3,--	3,06	3,90	0 , 23		
33	43	1,6	1,8	2,8	3,6	2,88	3,70	0 , 23		
33	43	2,2	2,8	2,9	3,77	3,96	5,20	0 , 23		
33	43	2,6	3,4	3,2	4,16	4,68	6,11	0 , 23		
33	43	2,3	3,--	3,3	4,30	4,14	5,40	0 , 23		
33	43	2,5	3,25	3,3	4,30	4,50	5,80	0 , 23		
32	41	2,7	3,5	3,24	4,20	4,86	6,24	0 , 33		
32	41	2,8	3,6	3,36	4,30	5,04	6,50	0 , 33		
32	41	2,9	3,7	3,48	4,50	5,22	6,76	0 , 33		
32	41	3,--	3,49	3,60	4,70	5,40	7,--	0 , 43		
32	41	3,1	4,3	3,72	4,80	5,58	7,30	0 , 43		
31	40	3,2	4,16	3,84	4,90	5,76	7,48	0 , 43		
22	28	3,5	4,5	4,20	5,40	6,30	8,20	0 , 43		
20	26	3,6	4,68	4,32	5,60	6,48	8,45	0 , 43		
19	25	3,7	4,81	4,44	5,70	6,66	8,58	0 , 53		
16	21	3,8	4,94	4,56	5,80	6,84	8,84	0 , 53		
13	17	3,9	5,--	4,68	6,11	7,02	9,10	0 , 53		
12	16	4,--	5,20	4,80	6,24	7,20	9,30	0 , 53		

à jeun

D.= Digestion.

E N E en litres minute			E X P I R A T I O N			
			ACIDE CARBONIQUE en litres minut			
E	CRIS		CALME		CRIS	
	D.	J. D.	J. D.	J. D.	J. D.	J. D.
0,244	0,134	0,436	0,033	0,042	0,06	0,07
0,367	0, 51	0,660	0,050	0,065	0,09	0,11
0,272	0, 39	0,500	0,038	0,047	0,069	0,08
0,340	0,462	0,598	0,045	0,060	0,081	0,10
0,299	0,408	0,530	0,040	0,053	0,072	0,09
0,244	0,390	0,500	0,038	0,042	0,069	0,08
0,380	0,530	0,707	0,053	0,067	0,093	0,12
0,402	0,639	0,800	0,032	0,080	0,110	0,14
0,400	0,557	0,730	0,055	0,072	0,098	0,13
0,436	0,612	0,790	0,060	0,078	0,110	0,13
0,476	0,653	0,823	0,065	0,084	0,115	0,14
0,490	0,680	0,880	0,067	0,086	0,120	0,15
0,503	0,707	0,910	0,069	0,089	0,125	0,16
0,530	0,730	0,950	0,072	0,093	0,130	0,16
0,544	0,760	0,990	0,074	0,096	0,134	0,17
0,570	0,770	1,020	0,077	0,098	0,130	0,18
0,612	0,836	1,115	0,084	0,110	0,150	0,19
0,630	0,864	1,156	0,086	0,110	0,156	0,20
0,653	0,870	1,160	0,089	0,115	0,158	0,20
0,666	0,900	1,190	0,091	0,116	0,160	0,21
0,680	0,930	1,237	0,093	0,120	0,168	0,21
0,707	0,959	1,264	0,096	0,125	0,173	0,22

EAU EN GRAMMES (par heure)

CALME		CRIS		
J.	D.	J.	D.	
38	0 G 6825	0 G 88	1 gr 224	1 gr 57
30	0 , 6846	0 , 88	1 , 225	1 , 57
39	0 , 6867	0 , 88	1 , 227	1 , 57
38	0 , 6890	0 , 88	1 , 228	1 , 57
33	0 , 6930	0 , 89	1 , 230	1 , 58
39	0 , 6950	0 , 89	1 , 235	1 , 58
34	0 , 6993	0 , 90	1 , 245	1 , 59
36	0 , 7000	0 , 90	1 , 260	1 , 59
30	0 , 7042	0 , 90	1 , 261	1 , 59
39	0 , 7063	0 , 90	1 , 310	1 , 67
39	0 , 7875	1 , 04	1 , 400	1 , 80
36	0 , 9450	1 , 18	1 , 690	2 , ---
31	1 , 1250	1 , 43	2 , 010	2 , 60
38	1 , 2495	1 , 62	2 , 290	3 , ---
35	1 , 4595	1 , 80	2 , 610	3 , 40
30	1 , 4910	1 , 90	2 , 600	3 , 40
27	1 , 9425	2 , 47	3 , 490	4 , 50
22	2 , 4150	3 , 12	4 , 340	5 , 60
16	2 , 6460	3 , 40	4 , 750	6 , 18
12	2 , 8980	3 , 70	5 , 120	6 , 60
18	3 , 2445	4 , 20	5 , 830	7 , 70
13	3 , 5595	4 , 50	6 , 480	8 , 45

Etude technique

Les appareils qui ont été présentés au concours organisé par le Ministre de la Guerre devaient répondre, d'abord au règlement de ce concours, mais également aux conditions d'agrément de l'appareil respiratoire.

Ils devaient comporter des dispositifs simples et robustes, permettant notamment une utilisation immédiate, à la portée de toute personne, sans lecture d'une notice ou d'un mode d'emploi compliqués. Les constructeurs devaient en outre tenir compte d'une précaution indispensable, préconisée par M. le Professeur Tanon, et qui consiste à prévoir un matelas d'air destiné à donner une marge de sécurité suffisante en cas d'arrêt accidentel du système d'alimentation en air : ce cubage d'air doit être au minimum de 15 à 20 litres.

Divers appareils ont été présentés à la commission. Tous semblent se rattacher à deux groupes principaux.

1^{er} Groupe : Appareil souple, convenant aux enfants de tous âges (jusqu'à six ans).

2^e Groupe : Appareil métallique spécialement envisagé pour les nouveau-nés. Il est néanmoins évident que ce genre d'appareil pourrait être construit à une plus grande échelle pour être utilisé par un enfant d'un âge plus avancé.

APPAREIL SOUPLE

Les appareils de ce genre sont en général constitués par une sorte de sac en caoutchouc, d'une qualité spéciale, capable

de résister à l'action des gaz de combat. Sur certains modèles il existe en outre un gant étanche, adhérent à la paroi et permettant de toucher l'enfant, éventuellement de lui donner un biberon placé au préalable à l'intérieur.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : L'enfant est introduit à l'intérieur par l'extrémité ouverte, jusqu'à ce que sa tête arrive au niveau d'une fenêtre en matière plastique, à la fois transparente et anti-buée. La tête repose sur un oreiller ordinaire. En même temps que l'on introduit l'enfant il convient de placer à proximité de sa tête et dans les parties basses de l'appareil, des sachets absorbants. Le sac est laissé ouvert, et il est fermé, seulement au moment de l'alerte, par une corde prévue à cet effet et placée à son extrémité, ou par tout autre dispositif qu'il est facile d'imaginer (bouchon hermétique par exemple).

Afin de donner une bonne étanchéité, on a prévu, sur certains modèles, une seconde enveloppe au tissu caoutchouté indéchirable, que l'on ferme séparément. On a donc réalisé ainsi une double fermeture qui semble devoir augmenter la sécurité de l'appareil.

L'arrivée d'air se fait, le plus souvent, par un tube flexible fixé à la paroi du sac, du côté de la fermeture, et muni d'un système épurateur, basé sur le principe des cartouches en usage dans les masques ordinaires.

A l'extrémité opposée à la fermeture, du côté où se trouve placée la tête de l'enfant, est fixé un soufflet muni d'une soupape d'échappement.

Si l'enfant est d'un âge assez avancé, la pression et la dépression de sa respiration sont suffisantes pour faire fonctionner normalement cette soupape.

S'il est trop jeune, on fait simplement fonctionner le souf-

flet, par un mouvement de va et vient accordé avec la respiration et établi sur ces bases :

Nouveau-né	}	Calme	3 coups par minute.		
		Cris	6	—	—
1 mois	}	Calme	6	—	—
		Cris	12	—	—
1 an	}	Calme	10	—	—
		Cris	20	—	—
6 ans	}	Calme	12	—	—
		Cris	24	—	—

Ces cadences ont été largement calculées, même en cas de digestion et de cris, de façon qu'il y ait une ventilation importante à l'intérieur de l'appareil pour déplacer notamment le gaz carbonique et pour rafraîchir l'intérieur.

Comme nous l'avons vu ci-dessus, le trajet de l'air dans l'appareil se faisant de l'extrémité inférieure du corps vers la tête, il en résulte que l'air mis en mouvement par le soufflet balayera légèrement la face de l'enfant, ce qui lui procurera plus de bien-être et pourra parfois le calmer en cas de cris ou de pleurs.

Ajoutons que la plupart des appareils souples ont été conçus dans le but de pouvoir fonctionner par leurs propres moyens, même en cas d'arrêt du soufflet, et même pour un enfant très jeune, afin qu'il puisse résister sans difficulté pendant le laps de temps prévu par le règlement du concours.

APPAREIL MÉTALLIQUE

La conception de ce genre d'appareil est inspirée des caractéristiques de l'appareil souple : nous pouvons schématiser ainsi sa construction : une boîte métallique étanche, munie

d'un couvercle à l'une de ses extrémités, d'une cartouche filtrante à l'autre, d'une fenêtre encastrée dans la partie supérieure et d'une soupape d'échappement ou d'expiration placée le plus souvent sur cette même paroi.

L'enfant est introduit tête première par l'extrémité ouverte et repose sur un matelas. Comme dans l'appareil simple, des sachets absorbants sont placés à l'intérieur. Ajoutons que pour réaliser une fermeture absolument étanche, certains constructeurs ont adopté le principe du couvercle d'autoclave.

Dans cet appareil, l'enfant, par sa seule respiration, fait fonctionner lui-même la soupape.

Certains dispositifs ont été cependant étudiés dans le but de faciliter la respiration. C'est ainsi que l'on pourrait utiliser un soufflet analogue à celui de l'appareil souple.

Un autre dispositif également simple a été imaginé. Il se compose de deux ballons d'environ un demi-litre de capacité, communiquant par un tube flexible ; l'un est placé à l'intérieur de l'appareil, l'autre à l'extérieur. Il suffit d'appuyer sur le ballon extérieur pour augmenter le volume de l'autre et, de ce fait, provoquer une expulsion des gaz de l'intérieur ; par dépression, en relâchant le ballon, il se produit une aspiration.

POMPE PENDULAIRE

Nous avons vu plus haut, que pour assurer une ventilation suffisante au jeune enfant, il faut parfois faire fonctionner le soufflet par un mouvement de va et vient accordé avec la respiration.

Or, un fabricant a proposé un système qui paraît ingénieux et qui permet de forcer la ventilation d'une façon semi-automatique. Il s'agit d'une pompe pendulaire. Son principe

est basé sur la mise en action d'une soufflerie par un pendule ayant des oscillations correspondant au rythme respiratoire de l'enfant. Pour changer le rythme, il suffit de déplacer un contrepoids, mobile sur la tige du pendule, en suivant les indications en âge inscrites sur cette tige.

En outre, en changeant le point d'attache du levier actionnant la soufflerie, on peut faire varier le débit volumétrique de celle-ci, selon l'âge de l'enfant placé à l'intérieur du sac-berceau. Comme pour le contrepoids, il suffit de tenir compte des indications portées sur le levier.

L'emploi de l'appareil est extrêmement simple : le pendule est lancé à la main et, en raison de sa masse, son fonctionnement est assuré pendant un certain temps, ce qui peut permettre, à une seule personne, de surveiller plusieurs appareils à la fois.

SACHETS ABSORBANTS

Nous parlerons enfin des sachets absorbants car, pour assurer un meilleur rendement des appareils, il est nécessaire d'absorber le gaz carbonique et la vapeur d'eau expirés.

On peut imaginer un grand nombre de sachets différant quant à leur composition, par exemple à base de soude caustique absorbant le gaz carbonique et de chlorure de calcium absorbant la vapeur d'eau.

On pourrait également utiliser des sachets contenant de la chaux vive, corps bon marché qui absorbe à la fois la vapeur d'eau (extinction de la chaux) et le gaz carbonique (formation de carbonate de chaux). Ces sachets présentent sur les précédents l'avantage d'être régénérables, c'est-à-dire qu'il s'agit de les chauffer à une température de l'ordre de 800 à 900 de-

grés pour que le carbonate de chaux se décompose en chaux éteinte puis en chaux vive.

Il n'y a pas lieu d'être inquiété par l'élévation de température provoquée par l'extinction de la chaux ; en effet, la chaux vive absorbe assez lentement l'humidité. Indiquons cependant que le chlorure de chaux absorbe plus facilement l'humidité, avec une élévation de température moindre. Signalons enfin que l'on pourrait également prévoir d'autres sachets à base de magnésium, de silice, etc...

Conclusion

Après avoir étudié les gaz toxiques au point de vue chimique et pathologique, nous avons exposé au cours de ce travail les principes généraux et les réalisations pratiques de la protection des enfants en bas âge, contre les gaz de combat.

Nous avons vu ainsi que la protection collective posait de nombreux problèmes d'hygiène, en raison des besoins de l'organisme pour assurer l'acte respiratoire dans les abris.

C'est pourquoi nous avons cherché à mettre en relief les avantages et les inconvénients respectifs du milieu clos et de la ventilation forcée en circuit ouvert, accentuée jusqu'au milieu nettement surpressé.

Le système du milieu clos est, en principe, préférable mais en fait, difficilement réalisable en raison du prix prohibitif des installations qu'il exige et de l'impossibilité d'effectuer facilement des entrées et des sorties, ce qui en limite beaucoup l'emploi. D'autre part, l'échauffement et l'état hygrométrique de l'air des locaux, les dangers de la suroxygénation et surtout les difficultés de ravitaillement en matières premières (sources d'oxygène) et en produits épurateurs, offrent aussi de sérieux inconvénients.

Par contre, le milieu surpressé ou simplement ventilé par appel d'air filtré est beaucoup plus pratique, en ce sens qu'il n'exige pas la fermeture absolue de toutes les issues ; « il est même indispensable que des pertes de charge puissent se produire vers l'extérieur, pour qu'un balayage du milieu intérieur s'effectue sous l'influence de la surpression » (Bruère et Lerich).

Moins onéreux également ; il permet ainsi un nombre beaucoup plus grand d'organisations protectrices.

La protection des enfants peut ainsi être assurée dans le cadre de la protection collective au même titre et de la même manière que celle des adultes.

Il est malheureusement évident que ce genre de protection n'est pas absolu, car l'abri peut être démoli ou fissuré au cours d'un bombardement. Les gaz peuvent alors y pénétrer et les jeunes enfants seront rapidement intoxiqués. En outre, une famille peut être surprise par une attaque brusquée et ne pas avoir le temps matériel de gagner l'abri le plus proche, ou bien un enfant est gravement malade et par conséquent intransportable.

Or, nous avons vu que le masque n'est pas toléré au-dessous de six ans dans la plupart des cas, à moins que les parents ne l'imposent eux-mêmes à leurs enfants, dès l'âge de quatre ans, par un entraînement progressif et régulier. On a donc pensé que le véritable moyen de protection des enfants en bas âge serait, comme pour l'adulte, un appareil individuel.

C'est ainsi que l'on a été amené à créer le sac-berceau dont nous avons étudié les caractéristiques et le mode de fonctionnement. Il est évident que c'est le seul procédé offrant toutes garanties de sécurité, que ce soit pour la protection dans le cadre familial ou dans les abris susceptibles d'être endommagés.

Il est donc du devoir des Pouvoirs Publics d'intensifier la fabrication et la vulgarisation de ce procédé idéal de protection.

Bibliographie

- ARNOUX. — A propos de la protection des civils contre les gaz de combat (*Information médicale*, 1^{er} nov. 1932).
- BRUÈRE. — Protection collective en atmosphère confinée contre les gaz de bombardement. (*Bull. Doct. Pharm.* N° 5, Sept. 1930).
- Exercices pratiques sur la protection contre les gaz de combat (Paris 1933, Vigot Frères).
- La protection collective dans le cadre familial (Vigot, Paris 1936).
- BRUÈRE ET COT. — Le poste de secours sous abri ou abri sanitaire (Vigot, Paris 1934).
- BRUÈRE ET LÉRICH. — Problèmes d'hygiène posés par la protection collective contre les attaques aériennes, 1937.
- BRUÈRE ET VOULOIR. — Face au péril aérochimique (*Edit. Médicis*, Paris 1936).
- COT. — La protection des enfants et la guerre chimique (J.-B. Baillière et fils, Paris 1937).
- COT ET DEMESSE. — La réalisation du milieu surpressé par l'air comprimé (*Bull. Défense Aérienne*, Paris Nov. 1936).
- HEDERER ET ISTIN. — L'arme chimique et ses blessures. *Paris-Médical*. — N°s spéciaux sur les gaz de combat (N°s 13 et 15, 1935).
- PARISOT. — La protection des populations civiles contre le danger chimique. Organisation en temps de paix.

- Rôle des médecins directeurs des services d'hygiène (XVIII^e Congrès d'hygiène, Octobre 1931).
- PARISOT ET Mme ARDISSON. — La protection contre le danger aéro-chimique (Nancy, Berger-Levrault 1923).
- POIRIER. — Val-de-Grâce, 1938 (Cours de E. O. R. du Service de Santé).
- PUECH (M^{lle}). — La protection des enfants et la guerre aéro-chimique (*Thèse*, Paris 1936).
- SIMON ET ARNOUX. — Défense passive. Premières réalisations françaises (Ch. Lavauzelle, Paris 1936).
- SIMONET. — La guerre des gaz (*Candide*, 29 Septembre 1938).
- TANON. — La protection des enfants et la guerre aéro-chimique (*La Défense aérienne*, 25 Nov. 1935).
- VETTIER. — Protection des denrées alimentaires contre les gaz de combat (*Thèse* Paris 1937).
- VIDECOQ. — La protection de l'enfance contre les effets de la guerre aéro-chimique (*Assistante du Devoir National*, Nov. 1933).
- WALTER. — Concours d'appareils de protection contre les gaz de combat, destinés aux enfants en bas âge (Rapport 1938).

Vu, le Doyen :
Prof.^r TIFFENEAU.

Vu, le Président :
Prof.^r L. TANON.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
Prof.^r ROUSSY.

